

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5552573号  
(P5552573)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 33/50 (2010.01)

F 2 1 S 2/00 (2006.01)

F 2 1 V 5/00 (2006.01)

F 2 1 V 9/08 (2006.01)

G O 9 F 9/00 (2006.01)

H O 1 L 33/00 4 1 O

F 2 1 S 2/00 4 3 9

F 2 1 V 5/00 6 3 O

F 2 1 V 9/08 2 O O

G O 9 F 9/00 3 3 6 J

請求項の数 11 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-523771 (P2013-523771)

(86) (22) 出願日 平成24年3月8日(2012.3.8)

(86) 国際出願番号 PCT/JP2012/001612

(87) 国際公開番号 W02013/008361

(87) 国際公開日 平成25年1月17日(2013.1.17)

審査請求日 平成25年9月26日(2013.9.26)

(31) 優先権主張番号 特願2011-153904 (P2011-153904)

(32) 優先日 平成23年7月12日(2011.7.12)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000005821

パナソニック株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 110001427

特許業務法人前田特許事務所

(72) 発明者 山中 一彦

大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
ソニック株式会社内

(72) 発明者 瀧川 信一

大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
ソニック株式会社内

審査官 高 椋 健 司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子及びそれを用いた半導体発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の波長の光により励起され、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放射する  
蛍光体を含む蛍光体層と、

前記蛍光体層の第1の面の上に形成され、前記蛍光体層に光を集光する第1の光学部材  
と、

前記蛍光体層の前記第1の面と反対側の第2の面の上に形成され、前記蛍光体層から放  
射された光を平行光に変換する第2の光学部材とを備え、

前記蛍光体層は、

それぞれが前記蛍光体を含む複数の第1の領域と、

前記複数の第1の領域を囲み、前記第1の領域よりも熱伝導率が高い第2の領域とを有  
し、

前記第1の光学部材は、複数の前記第1の領域のそれぞれに光を集光する、光学素子。

【請求項 2】

前記第1の光学部材は、集光レンズを有する第1の透明基板である、請求項1に記載の  
光学素子。

【請求項 3】

前記第1の光学部材は、回折格子を有する第1の透明基板である、請求項1に記載の光  
学素子。

【請求項 4】

前記第 2 の光学部材は、前記第 2 の面の上に形成され、コリメートレンズを有する第 2 の透明基板である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記蛍光体層と前記第 1 の光学部材又は前記第 2 の光学部材との間に形成され、前記蛍光体層よりも熱伝導率が高い熱伝導層をさらに備えている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 6】

前記熱伝導層は、酸化亜鉛、窒化アルミニウム又はダイヤモンドからなる、請求項 5 に記載の光学素子。

【請求項 7】

前記熱伝導層は、多層膜である、請求項 5 に記載の光学素子。

【請求項 8】

第 1 の波長の光により励起され、前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放射する蛍光体を含む蛍光体層と、

前記蛍光体層の第 1 の面の上に形成され、複数のレンズを有し、前記蛍光体層に光を集光し且つ前記蛍光体層から放射された光を平行光に変換する光学部材と、

前記蛍光体層の第 2 の面の上に形成された反射層とを備え、

前記蛍光体層は、

それぞれが前記蛍光体を含む複数の第 1 の領域と、

前記複数の第 1 の領域を囲み、前記第 1 の領域よりも熱伝導率が高い第 2 の領域とを有し、

前記複数のレンズは、複数の前記第 1 の領域のそれぞれに光を集光し、且つ前記第 1 の領域から放射された光を平行光に変換し、前記反射層は前記第 1 の領域から放射された光の一部を前記複数のレンズ側に反射する、光学素子。

【請求項 9】

第 1 の透明基板と、前記第 1 の透明基板の互いに反対側に設けられた回折格子及び反射鏡とを有する光学部材と、

それぞれが第 1 の波長の光により励起され、前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放射する蛍光体を含む複数の蛍光体層と、前記蛍光体層よりも熱伝導率が高い複数の熱伝導層と、第 2 の透明基板とを有し、前記第 2 の透明基板の一主面上に前記熱伝導層を挟んで前記蛍光体層が形成された蛍光体基板とを備え、

前記光学部材は、前記第 2 の透明基板の前記一主面に対向する側に前記反射鏡が来るように、前記蛍光体基板から離れて配置され、

前記回折格子は前記蛍光体層に前記第 1 の波長の光を集中し、

前記反射鏡は前記蛍光体層に光を集光し且つ前記蛍光体層から放射された前記第 2 の波長の光を平行光に変換する、光学素子。

【請求項 10】

前記第 2 の領域は、酸化亜鉛、窒化アルミニウム又はダイヤモンドからなる、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の光学素子。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の光学素子と、

前記第 1 の波長の光を出射する発光素子と、

前記発光素子から出射された光を互いに並行な光軸を有する複数の光路に分割して、前記光学素子に入射させる光分岐部とを備えている、半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は光学素子及びそれを用いた半導体発光装置に関し、特に指向性を有する光を得ることができる光学素子及びそれを用いた半導体発光装置に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、窒化ガリウム系材料又は砒化ガリウム系材料を用いた、高効率且つ高出力の発光ダイオード（Light Emitting Diode：LED）等の半導体発光素子が製品化されている。これに伴い、半導体発光素子を用いたディスプレイ装置用光源の製品化も行われている。半導体発光素子を用いたディスプレイ装置用光源として、画面の側面に配置したLEDの光を、画面の背面に配置した導光板を用いて、ディスプレイ装置の画面全面に導くエッジライト型の光源が注目されている。LEDよりも指向性に優れた半導体レーザ素子を用いることにより、ディスプレイ装置用光源のエネルギー損失をさらに低減することも検討されている（例えば、特許文献1を参照。）。 10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2009-158620号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、前記従来のディスプレイ装置用光源には以下のような問題がある。一般にディスプレイ装置用光源は、レーザ素子等の発光素子から出射された光を、異なる波長の光に変換して用いる。波長の変換は、例えば、発光素子から出射された光を蛍光体を含む反射板等に入射させることにより行う。蛍光体に光を入射させると、蛍光体が励起され、入射した光とは波長が異なる蛍光光が放出される。しかし、蛍光体を用いて波長の変換を行うと、光の指向性が失われてしまう。このため、レーザ素子等の指向性に優れた発光素子を用いたとしても、指向性に優れたディスプレイ装置用光源を実現することは困難である。 20

## 【0005】

本開示は、前記の問題を解決し、波長の変換を行った場合にも指向性を有する光が得られる光学素子及びそれを用いた半導体発光装置を実現できるようにすることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】 30

## 【0006】

前記の目的を達成するため、本開示は光学素子を、蛍光体層から放射された光を平行光に変換する構成とする。

## 【0007】

具体的に、本開示に係る第1の光学素子は、第1の波長の光により励起され、第1の波長とは異なる第2の波長の光を放射する蛍光体を含む蛍光体層と、蛍光体層の第1の面上に形成され、蛍光体層に光を集光する第1の光学部材と、蛍光体層の第1の面と反対側の第2の面上に形成され、蛍光体層から放射された光を平行光に変換する第2の光学部材とを備えている。 40

## 【0008】

第1の光学素子は、蛍光体層の第1の面上に形成され蛍光体層に光を集光する第1の光学部材と、第2の面上に形成され蛍光体層から放射された光を平行光に変換する第2の光学部材とを備えている。このため、蛍光体層において第1の波長の光を第2の波長の光に変換すると共に、平行光として光学素子から出射させることができる。

## 【0009】

第1の光学素子において、第1の光学部材は、集光レンズを有する第1の透明基板であっても、回折格子を有する第1の透明基板であってもよい。

## 【0010】

第1の光学素子において、第2の光学部材は、第2の面上に形成され、コリメートレンズを有する第2の透明基板であってもよい。 50

## 【 0 0 1 1 】

第 2 の光学素子は、第 1 の波長の光により励起され、第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光を放射する蛍光体を含む蛍光体層と、蛍光体層の第 1 の面の上に形成され、蛍光体層に光を集光し且つ蛍光体層から放射された光を平行光に変換する第 3 の光学部材とを備えている。

## 【 0 0 1 2 】

第 2 の光学素子は、蛍光体層の第 1 の面の上に形成され、蛍光体層に光を集光し且つ蛍光体層から放射された光を平行光に変換する第 3 の光学部材を備えている。このため、蛍光体層において第 1 の波長の光を第 2 の波長の光に変換すると共に、平行光として光学素子から出射させることができる。

10

## 【 0 0 1 3 】

第 2 の光学素子において、第 3 の光学部材は、蛍光体層と反対側の面に設けられた回折格子と、蛍光体層と対向する面に設けられた反射鏡とを有する第 3 の透明基板であってもよい。

## 【 0 0 1 4 】

第 2 の光学素子は、蛍光体層の第 1 の面と反対側の第 2 の面に形成された反射層をさらに備え、第 3 の光学部材は、凸レンズである構成としてもよい。

## 【 0 0 1 5 】

第 1 の光学素子は、蛍光体層と第 1 の光学部材又は第 2 の光学部材との間に形成され、蛍光体層よりも熱伝導率が高い熱伝導層をさらに備えていてもよい。

20

## 【 0 0 1 6 】

第 2 の光学素子は、蛍光体層の第 1 の面と反対側の第 2 の面に形成され、蛍光体層よりも熱伝導率が高い熱伝導層をさらに備えていてもよい。

## 【 0 0 1 7 】

これら場合において、熱伝導層は、酸化亜鉛、窒化アルミニウム又はダイヤモンドとしてもよい。また、熱伝導層は、多層膜としてもよい。

## 【 0 0 1 8 】

第 1 の光学素子において、蛍光体層は、それぞれが蛍光体を含む複数の第 1 の領域と、複数の第 1 の領域を囲み、第 1 の領域よりも熱伝導率が高い第 2 の領域とを有し、第 1 の光学部材は、複数の第 1 の領域のそれぞれに光を集光する構成としてもよい。

30

## 【 0 0 1 9 】

第 2 の光学素子において、蛍光体層は、それぞれが蛍光体を含む複数の第 1 の領域と、複数の第 1 の領域を囲み、第 1 の領域よりも熱伝導率が高い第 2 の領域とを有し、第 3 の光学部材は、複数の第 1 の領域のそれぞれに光を集光する構成としてもよい。

## 【 0 0 2 0 】

これらの場合において、第 2 の領域は、酸化亜鉛、窒化アルミニウム又はダイヤモンドとしてもよい。

## 【 0 0 2 1 】

本開示に係る半導体発光装置は、本開示のいずれかの光学素子と、第 1 の波長の光を出射する発光素子とを備えている。

40

## 【 0 0 2 2 】

本開示に係る半導体発光装置は、発光素子から出射された光を互いに並行な光軸を有する複数の光路に分割して、光学素子に入射させる光分岐部をさらに備えていてもよい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 3 】

本開示に係る光学素子及び半導体発光装置によれば、波長の変換を行った場合にも指向性を有する光が得られる光学素子及びそれを用いた半導体発光装置を実現できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 ( a ) 及び ( b ) は第 1 の実施形態に係る光学素子を示し、 ( a ) は平面図であ

50

り、(b)は(a)のIb-Ib線における断面図である。

【図2】第1の実施形態に係る光学素子の動作を示す断面図である。

【図3】第1の実施形態に係る光学素子について蛍光体層の温度分布をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図4】(a)及び(b)はシミュレーションに用いた光学素子の構成を示し(a)は平面図であり、(b)は(a)のIVb-IVb線における断面図である。

【図5】第1の実施形態に係る光学素子を用いた画像表示装置の例を示す模式図である。

【図6】第1の実施形態に係る光学装置を用いた発光装置を示す断面図である。

【図7】(a)及び(b)は画像表示装置の動作例を示す模式図である。

【図8】(a)及び(b)は第1の実施形態に係る光学素子の第1変形例を示し、(a)は平面図であり、(b)は(a)のVIIb-VIIb線における断面図である。

【図9】第1変形例の光学素子を用いた画像表示装置の例を示す模式図である。

【図10】第1変形例の光学素子について蛍光体層の温度分布をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図11】第1の実施形態の光学素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【図12】第1の実施形態の光学素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【図13】第1の実施形態の光学素子の第2変形例を示す断面図である。

【図14】第2変形例の光学素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【図15】第2変形例の光学素子を用いた発光装置を示す断面図である。

【図16】第1の実施形態に係る光学素子の第3変形例を示す断面図である。

【図17】第1の実施形態に係る光学素子の第4変形例を示す断面図である。

【図18】第2の実施形態に係る光学素子を示す断面図である。

【図19】第2の実施形態に係る光学素子を用いた発光装置を示す模式図である。

【図20】第2の実施形態に係る光学素子の製造工程を工程順に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本開示において、平行光とは、完全な平行光だけでなく、数度～十数度程度の拡がりを含む略平行光を含む。

【0026】

(第1の実施形態)

図1(a)及び(b)に示すように、第1の実施形態の光学素子110は、入射光の波長を変換して出射する蛍光体光学素子である。図1は、液晶テレビジョン受像器等のエッジライト型の光源に適した棒状の構成の光学素子110を示している。図1に示すように光学素子110は、蛍光体層113と、蛍光体層113の第1の面113aの上に熱伝導層114を介して設けられた第1の光学部材111と、第2の面113bの上に設けられた第2の光学部材112とを有している。

【0027】

蛍光体層113は、第1の波長の入射光により励起され第2の波長の蛍光光を放出する蛍光体を含む。蛍光体は、どのようなものでもよいが例えば、セリウム添加イットリウムアルミニウムガーネット(YAG:Ce<sup>3+</sup>)若しくは-サイアロン等の希土類蛍光体又はセレン化カドミウム(CdSe)、セレン化亜鉛、硫化亜鉛若しくはリン化インジウム等の化合物半導体により形成されたコア/シェル型の量子ドット蛍光体等とすればよい。

【0028】

熱伝導層114は、光の吸収が少なく且つ蛍光体層113よりも平均熱伝導率が高い層であればよい。例えば、酸化亜鉛(ZnO)膜、窒化アルミニウム(AlN)膜又はダイヤモンドからなる層とすればよい。

【0029】

第1の光学部材111は、第1の透明基板111Aと、第1の透明基板111Aの第1の面に形成された微小レンズ111Bとを有している。第1の光学部材111は、第1の

10

20

30

40

50

面と反対側の第2の面を蛍光体層113側にして熱伝導層114を介在させて蛍光体層113の第1の面113aの上に固定されている。第2の光学部材112は、第2の透明基板112Aと、第2の透明基板112Aの第1の面に形成された微小レンズ112Bとを有している。第2の光学部材112は、第1の面と反対側の第2の面を蛍光体層113側にして蛍光体層113の第2の面113bの上に固定されている。第1の透明基板111A及び第2の透明基板112Aは、ソーダライム、硼珪酸クラウンガラス(BK7)又は合成石英等とすればよい。通常は、第1の光学部材111が第2の光学部材112よりも厚い。また、第1の光学部材111の微小レンズ111Bは、第2の光学部材112の微小レンズ112Bよりも焦点距離が長い。

#### 【0030】

10

図2は、本実施形態の光学素子110の動作を示している。図2に示すように、第1の波長の光121を第1の光学部材111に入射させる。第1の波長の光121は、半導体レーザ素子等の発光素子(図示せず)とレンズ等の光学素子(図示せず)とを用いて発生させた平行光等とすればよい。発光素子は、例えば窒化ガリウム系の化合物半導体を用いた発光波長が430nm~480nm程度の半導体レーザ素子等とすればよい。なお、発光波長が430nm~480nmであるとは、発光光のピーク波長が430nm~480nmの範囲にあるということを意味する。

#### 【0031】

第1の光学部材111に入射した平行光である第1の波長の光121は、集光レンズである微小レンズ111Bにより蛍光体層113の微小領域113cに集光される。蛍光体層113に含まれる蛍光体は第1の波長の光121を吸収し、第2の波長の光122を放射する。第1の波長が430nm~480nm程度の場合には、YAG:Ce<sup>3+</sup>又はCdSe系量子ドット蛍光体を用いることにより、第2の波長を480nm~700nm程度とすることができる。なお、第2の波長が480nm~700nmであるとは、蛍光体から放出される第2の波長の光のピーク波長が480nm~700nmの範囲にあり、第2の波長の光のスペクトル分布が480nm~700nmにあるということを意味する。

20

#### 【0032】

蛍光体から放射された第2の波長の光122は、拡散光として蛍光体層113から出射される。第2の波長の光122のうち第2の光学部材112側に向かった光は、コリメートレンズである微小レンズ112Bにより平行光として光学素子110の外部へ出射される。蛍光体層113から出射された第2の波長の光122は拡散光であるが微小領域113cから出射されるため第2の光学部材112の微小レンズ112Bにより効率良く平行光とすることができる。また、第1の波長の光121の一部は蛍光体に吸収されず散乱されて第2の光学部材112側へ向かい、第2の波長の光と同様に平行光として光学素子110の外部へ出射される。

30

#### 【0033】

一方、蛍光体に吸収された第1の波長の光121の一部は、蛍光に変換されず熱に変換される。蛍光体層113において発生した熱は、蛍光体層113と接する熱伝導層114により、光学素子110の周縁部に効率良く伝達され放熱される。熱伝導層114は、第2の波長の1/4程度の厚さとするのが好ましい。このようにすれば、熱伝導層114が第2の波長の光122に対して反射膜として機能する。従って、蛍光体層113から出射された第2の波長の光122を効率良く第2の光学部材112側に向くことができる。

40

#### 【0034】

図1は、熱伝導層114が第1の面113aの上に形成されている例を示しているが、熱伝導層114を第2の面113bの上に形成してもよい。この場合には、熱伝導層114が、第1の波長の光121に対して反射膜として機能し、第2の波長の光122に対して反射膜として機能しにくい厚さとするのが好ましい。

#### 【0035】

以下に、熱伝導層114の効果について説明する。図3は、熱伝導層114をZnO(熱伝導率 = 5 W/mK)とした場合とガラス( = 0.3 W/mK)とした場合とにお

50

ける蛍光体層の温度部分布をシミュレーションにより求めた結果を示している。シミュレーションには、図４に示すような光学素子において、微小レンズがない薄い光学部材により熱伝導層と蛍光体層とが挟まれた簡単な構造のモデルを用いた。また、光源（図示せず）には波長４５０nmの半導体レーザ素子、蛍光体はＹＡＧ：Ｃｅ<sup>3+</sup>を仮定し、適当なパラメータを設定した。光学素子の外形は長軸Ｌを４５mm、短軸Ｄを５mmとし、長軸方向の側面に放熱板１３０が固定されている。このとき光学素子は放熱板１３０と熱的に接続されており、その界面が４０℃で固定されているとした。また第１の光学部材１１１の厚さは０．５mm、第２の光学部材１１２の厚さが０．２mm、蛍光体層１１３及び熱伝導層１１４の厚さはともに０．１mmとした。第１の光学部材１１１は、長軸方向に９個の集光レンズを有し、各集光レンズに入射した励起光は、蛍光体層１１３上の１．０mm角程度の領域に集光されたとした。第１の光学部材１１１及び第２の光学部材１１２はガラスとし、蛍光体層１１３は熱伝導率がガラスとほぼ等しい樹脂材料とした。

#### 【００３６】

ここで、光出力５Ｗの光源（図示せず）を配置し、分離素子（図示せず）において９分割された光（このとき１０％のエネルギーロスが生じるとする）が個々の微小レンズ１１１Ｂにより蛍光体層１１３の微小領域１１３ｃに集光されたとする。微小領域１１３ｃに集光された０．５Ｗの光は、８０％の変換効率（２０％の損失）で第２の波長の光に変換され、波長変換される際に２５％のストークスロスを生じるとする。この場合、微小領域１１３ｃには０．２Ｗのジュール熱が発生する。熱伝導層１１４がガラスからなる場合には、励起光が集光された微小領域の温度は光学素子中央部で最大で３００℃を越えてしまう。蛍光体は一般的に２００℃を越えると変換効率の低下が著しくなるため、この場合、光学素子の機能が大幅に低下する。一方、熱伝導層１１４がＺｎＯからなる場合には、励起光が集光された微小領域の温度は１５０℃程度であり、光学素子の機能低下を大幅に抑制することができる。このように、熱伝導層１１４をＺｎＯとすることにより放熱性を向上させることができ、局所的な温度の上昇を抑えることができる。このため、蛍光体による光の変換効率を向上させることができる。

#### 【００３７】

#### 【表１】

材料	熱伝導率	屈折率
ガラス	0.3W/mK	1.5
プラスチック(樹脂)	0.3W/mK	1.5
サファイア	45W/mK	1.7
ZnO膜	5W/mK	2.0
AlN膜	230W/mK	2.1
ダイヤモンド	1500W/mK	2.2
グラフェン	1500W/mK	—

#### 【００３８】

表１には、種々の材料の熱伝導率を示している。ガラス及び樹脂材料の熱伝導率は０．３Ｗ／ｍＫ程度であるのに対し、ＺｎＯの熱伝導率は５Ｗ／ｍＫ程度である。従って、熱伝導層１１４は、樹脂材料からなる蛍光体層１１３よりも熱伝導率が高い材料により形成すればより効果的であり、特に、熱伝導率が高いＡｌＮ又はダイヤモンド等を用いるとよ

り効果的である。また、熱伝導層 114 を複数の層からなる多層膜としてもよい。熱伝導層 114 を多層膜とすることにより、第 1 の波長の光は反射しにくく、第 2 の波長の光は反射しやすい構成とすることが容易にできる。第 2 の波長の光を反射しやすくすれば、蛍光体層 113 から熱伝導層 114 側に放射された光を第 2 の光学部材 112 側に効率良く反射させることが可能となり、光の利用効率が向上する。熱伝導層 114 を多層膜とする場合には、全ての層が同一の材料からなる必要はない。この場合、熱伝導層 114 の平均の熱伝導率が蛍光体層 113 の熱伝導率よりも高くなるようにすればよい。この場合、例えば、屈折率が互いに異なり、熱伝導率が高い、サファイアと AlN 膜とにより構成することで容易に上記の多層膜を形成することができる。なお、蛍光体層 113 が複数の材料からなり熱伝導率が均一でない場合には、蛍光体層 113 の平均の熱伝導率よりも熱伝導層 114 の熱伝導率が高くなるようにすればよい。

10

#### 【0039】

本実施形態の光学素子は、図 5 に示すような画像表示装置 200 用の光源として用いることができる。画像表示装置 200 は、複数の光源 210 を有している。光源 210 は、光源 210 から出射された光が導光板 212 に入射するように、導光板 212 の側面に配置されている。導光板 212 は画像表示部 214 の裏面に配置されている。図 5 は、光源 210 が 5 個設けられた例を示しているが、光源 210 の数は画像表示部 214 のサイズに応じて適宜変更してかまわない。

#### 【0040】

光源 210 となる半導体発光装置は、例えば図 6 に示すように、本実施形態の光学素子 110 と、半導体レーザ素子等の発光素子 140 と、発光素子 140 から出射された光を平行光として光学素子 110 に入射させる導光素子 150 とを有している。発光素子 140 は、半導体レーザ素子等の指向性が高い光を発生させる発光素子とすることが好ましい。発光素子 140 は、基台 142 の主面と平行な方向に光を出射するように、サブマウント 141 を介して基台 142 の上に固定されている。

20

#### 【0041】

導光素子 150 は、発光素子 140 から出射された光が入射するように基台 142 の上に固定されている。導光素子 150 は、光分岐部 151 と、発光素子 140 と光分岐部 151 との間に設けられたコリメートレンズ 152 とを有している。発光素子 140 から出射された光は、コリメートレンズ 152 により平行光とされた後、光分岐部 151 に入射する。光分岐部 151 は、入射した光の一部を反射し残部を透過する分離ミラーが複数積層されている。このため、光分岐部 151 に入射した光は、光軸が互いに並行な複数の光路に分岐される。

30

#### 【0042】

光分岐部 151 により複数の光路に分岐された光のそれぞれは、光学素子 110 における第 1 の光学部材 111 に設けられた複数の微小レンズ 111B に入射する。微小レンズ 111B の光軸と光分岐部 151 により分岐された光の光軸とが一致するように、光学素子 110 と導光素子 150 とは配置されている。光学素子 110 に入射した光は、先に説明したように波長が変換され第 2 の光学部材 112 の微小レンズ 112B により平行光として出射される。

40

#### 【0043】

画像表示装置 200 は、光源 210 が平行光を出射するため以下のような利点を有している。光源 210 から出射された光は、導光板 212 に入射し、導光板 212 の内部を反射しながら導波すると共に一部が画像表示部 214 へと導かれる。光源 210 から出射された光が、平行光である場合には、光源 210 の光量を調整することにより画像表示部 214 の明るさを走査方向に沿って変化させることができる。例えば図 7 (a) には、上から 2 番目の位置に配置された光源 210 のみを発光させた状態を示し、図 7 (b) には、上から 4 番目の位置に配置された光源 210 のみを発光させた状態を示している。このように、複数の光源 210 の一部を発光させることにより、画像表示部 214 に入力された信号のうち必要な部分のみを画像として表示させることができる。従って、画像表示装置

50



をより精密に制御することが可能となる。

#### 【0044】

図1は、集光レンズ及びコリメートレンズである微小レンズを一行に配置した例を示したが、図8(a)及び(b)に示すように、微小レンズ111B及び112Bがマトリックス状に配置された光学素子110Aとしてもよい。微小レンズをマトリックス状に配置した光学素子110Aを用いることにより図9に示すような画像表示装置250を実現できる。発光素子251から出射された光は、コリメートレンズ252により平行光とされた後、光学素子110Aに入射する。光学素子110Aに入射した光は、第1の光学部材111の微小レンズ111Bにより複数の集光領域のそれぞれに集光される。各集光領域において生成された蛍光光は、対応する微小レンズ112Bによりそれぞれ平行光として出射される。光学素子110Aから出射された平行光は、光変調素子253に入射する。光変調素子253において入射光が変調されて画像が生成され、投影レンズ254により投影画像255が投影される。

10

#### 【0045】

微小レンズをマトリックス状に配置した場合には、蛍光体層113における光が集光される微小領域からの放熱がシングルラインの場合よりも重要となる。図10は、熱伝導層114をガラス( $\kappa = 0.3 \text{ W/mK}$ )とした場合、ZnO( $\kappa = 5 \text{ W/mK}$ )とした場合、AlN膜( $\kappa = 230 \text{ W/mK}$ )とした場合、及びダイヤモンド( $\kappa = 1500 \text{ W/mK}$ )とした場合における蛍光体層113の温度部分布をシミュレーションにより求めた結果を示している。シミュレーションに用いた光学素子は、光の入射領域が45mm角であり、微小レンズが9×9のマトリックス状に配置され、各集光レンズが1mm角の領域に集光するとした。光源からの入射光が40Wであり81個に分割されて微小領域に集光されるとすると個々の微小領域には0.5Wの光が集光される。この際に生じる発熱は、先に述べた場合と同様に0.2Wとし、光学素子の周囲が放熱板(図示せず)により40に固定され、微小レンズ面は熱的に断熱されているとすると、熱伝導層114がガラスからなる場合には光学素子中央部の集光領域の温度が突出して高くなり、4000を超えるところまで上昇する。しかし、熱伝導層114がAlN膜又はダイヤモンドからなる場合には集光領域の温度は周囲の温度よりも若干高くなるだけであり、温度も150以下とすることができる。

20

#### 【0046】

このように、微小レンズをマトリックス状に配置した場合にも、熱伝導率が高い熱伝導層114を設けることにより放熱性を向上させ、蛍光体における光の変換効率を向上させることができる。図8は、微小レンズが9×9のマトリックスに配置された例を示しているが、どのようなサイズのマトリックスとしてもよい。

30

#### 【0047】

本実施形態の光学素子は、以下のようにして形成すればよい。まず、図11(a)に示すように第1の光学部材111となる第1の透明基板111Aの第1の面の上にレジスト等からなるマスクパターン161を形成する。透明基板は例えばBK7等のガラスとすればよい。次に、図11(b)に示すように第1の透明基板111Aの第1の面をフッ酸等のエッチング液により選択的にエッチングする。これにより、集光レンズである微小レンズ111Bを有する第1の光学部材111が得られる。次に、図11(c)に示すように第1の光学部材111の第2の面の上にZnO又はダイヤモンド等からなる熱伝導層114を形成する。熱伝導層114はスパッタ法又は化学気相堆積(CVD)法等により形成すればよい。次に、図11(d)に示すように熱伝導層114の上に、蛍光体層113となる蛍光体を含有させた紫外線硬化型の樹脂113Aを熱伝導層114の上に塗布する。蛍光体は入射光及び出射光の波長に応じて適宜選択すればよいが、例えばYAG:Ce<sup>3+</sup>等とすればよい。紫外線硬化型の樹脂は、シリコン樹脂又はエポキシ樹脂等とすればよい。なお、蛍光体層を形成する樹脂は、紫外線硬化型の樹脂に限らず熱硬化型の樹脂等を用いることも可能である。さらに、蛍光体層を蛍光体粒子と低融点ガラス等の透明無機材料とを用いて構成してもよい。

40

50

## 【 0 0 4 8 】

次に、図 1 2 ( a ) に示すように第 2 の光学部材 1 1 2 となる第 2 の透明基板 1 1 2 A を樹脂 1 1 3 A の上に貼り付けた後、樹脂 1 1 3 A に紫外線を照射することにより硬化させて蛍光体層 1 1 3 を形成すると共に第 2 の透明基板 1 1 2 A を接着する。次に、図 1 2 ( b ) に示すように、第 2 の透明基板 1 1 2 A の上にレジスト等からなるマスクパターン 1 6 2 を形成する。マスクパターン 1 6 2 は微小レンズ 1 1 1 B に対して位置合わせする。次に、第 2 の透明基板 1 1 2 A をフッ酸等のエッチング液により選択的にエッチングする。これにより、コリメートレンズである微小レンズ 1 1 2 B を有する第 2 の光学部材 1 1 2 が形成される。

## 【 0 0 4 9 】

微小レンズ 1 1 1 B 及び 1 1 2 B が一列だけの場合も、マトリックス状に配置された場合も同様にして形成することができる。

## 【 0 0 5 0 】

第 1 の透明基板 1 1 1 A の厚さを 1 0 m m 程度と比較的厚くすることにより、第 1 の光学部材 1 1 1 の上に、熱伝導層 1 1 4、蛍光体層 1 1 3 及び第 2 の光学部材 1 1 2 を容易に形成することが可能となる。また、第 2 の透明基板 1 1 2 A は 3 m m 程度と比較的薄くすることにより微小レンズ 1 1 2 B を曲率が比較的大きいコリメートレンズとすることが可能となり、蛍光体層 1 1 3 の微小領域から全方位に放射された光をより効率良く平行光とすることができる。

## 【 0 0 5 1 】

なお、微小レンズをエッチングにより形成する方法を示したが、低温度軟化透明材料と金型を用いて形成してもよい。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 等には、蛍光体層とは別に熱伝導層が形成された例を示した。しかし、蛍光体は、光が集光される領域にのみ存在していればよい。このため、図 1 3 に示すような構成の光学素子 1 1 0 B としてもよい。光学素子 1 1 0 B は、蛍光体を含む第 1 の領域 1 7 3 A と、第 1 の領域 1 7 3 A を囲み、第 1 の領域 1 7 3 A よりも熱伝導率が高い第 2 の領域 1 7 3 B とを有する蛍光体層 1 7 3 を有している。第 1 の領域 1 7 3 A は、Y A G : C e 3 + 等の蛍光体を含む樹脂層とすればよい。第 2 の領域 1 7 3 B は、Z n O 又はダイヤモンド等の第 1 の領域 1 7 3 A よりも熱伝導率が高い層とすればよい。

## 【 0 0 5 3 】

光学素子 1 1 0 B は以下のようにして形成すればよい。まず、図 1 1 ( a ) 及び ( b ) に示した工程と同様の工程により、微小レンズ 1 1 1 B を有する第 1 の光学部材 1 1 1 を形成する。次に、図 1 4 ( a ) に示すように、第 1 の光学部材 1 1 1 の第 2 の面の上に第 2 の領域 1 7 3 B となる Z n O 層等をスパッタ法又は C V D 法により形成する。続いて、Z n O 層等をパターニングして、第 1 の光学部材 1 1 1 が露出する複数の開口部 1 7 3 a を形成する。次に、図 1 4 ( b ) に示すように開口部 1 7 3 a を埋めるように、第 1 の領域 1 7 3 A となる蛍光体を含む紫外線硬化型樹脂を塗布する。蛍光体は入射光及び出射光の波長に応じて適宜選択すればよいが、例えば Y A G : C e 3 + 等とすればよい。紫外線硬化型樹脂は、シリコーン樹脂又はエポキシ樹脂等とすればよい。この後、図 1 2 ( a ) ~ ( c ) の工程と同様の工程により、紫外線硬化型樹脂の硬化及び第 2 の光学部材 1 1 2 の形成等を行えばよい。

## 【 0 0 5 4 】

なお、蛍光体層を形成する樹脂は、紫外線硬化型の樹脂に限らず熱硬化型の樹脂等を用いることも可能である。さらに、蛍光体層を、蛍光体粒子と低融点ガラス等の無機透明材料とを用いて構成してもよい。例えば、スピノングラス等の無機透明材料を用いることにより、パターニング等が容易となるという利点が得られる。

## 【 0 0 5 5 】

光学素子 1 1 0 B は、光学素子 1 1 0 のように微小レンズが一列に配置された構成としても、光学素子 1 1 0 A のように微小レンズがマトリックス状に配置された構成としても

10

20

30

40

50

よい。光学素子 110B は、光学素子 110 及び光学素子 110A と同様に用いることができるが、図 15 に示すように複数の発光素子 261 と組み合わせてもよい。各発光素子 261 から出射された光は、対応するコリメートレンズ 262 により平行光とされた後、光学素子 110B に入射する。なお、光学素子 110 及び光学素子 110A についてもこのような構成とすることができる。

#### 【0056】

図 16 に示すように、第 1 の透明基板 181A と回折格子 181B とを有する第 1 の光学部材 181 を用いて、蛍光体層 173 の第 1 の領域 173A に光を集光する光学素子 110C としてもよい。このような構成とすることにより、コリメートレンズ 262 が不要となるため、部品点数を低減することができる。なお、熱伝導層と一体となった蛍光体層 173 に代えて、蛍光体層と熱伝導層とを別々に形成してもよい。

10

#### 【0057】

図 17 に示すように、微小レンズ 112B に代えて反射鏡 191C により蛍光を平行光に変換する構成の光学素子 110D としてもよい。光学素子 110D は、第 1 の面に回折格子 191B を有し第 2 の面に反射鏡 191C を有する第 1 の透明基板 191A と、第 2 の透明基板 192 と、第 2 の透明基板 192 の上に熱伝導層 194 を介在させて形成された蛍光体層 193 とを有している。反射鏡 191C は、放物線をその対称軸の周りに回転させることによりできる放物面を有する放物面鏡とすればよい。発光素子 261 から放射された光は、回折格子 191B により反射鏡 191C を透過し、蛍光体層 193 に集光される。蛍光体層 193 に集光された光は所定の波長の光となり、反射鏡 191C に入射する。反射鏡 191C に入射した光は、反射されると共にコリメートされ第 2 の透明基板 192 を透過して出射される。蛍光体層 193 に入射された光はランバーシャン反射するため、ランバーシャン反射光を利用することができ、光の利用効率をさらに向上させることができるという利点を有する。

20

#### 【0058】

(第 2 の実施形態)

図 18 に示すように、第 2 の実施形態の光学素子 310 は、第 1 の基板 311 と、第 1 の基板 311 の上に反射層 314 を介在させて形成された蛍光体層 313 と、蛍光体層 313 の上に形成された微小レンズ 312 とを有している。

#### 【0059】

30

第 1 の基板 311 はシリコン基板等とすればよい。反射層 314 は銀又はアルミニウム等の可視光の反射率が高い金属材料とすればよい。蛍光体層 313 は、蛍光体粒子とバインダ材料とが混合された蛍光体含有材料からなる第 1 の領域 313A と、第 1 の領域 313A を囲むように形成された第 2 の領域 313B とを有している。蛍光体は、YAG:Ce<sup>3+</sup>をはじめとする希土類蛍光体又は量子ドット蛍光体等とすればよい。バインダ材料は、樹脂又は透明無機材料等とすればよい。樹脂の場合には、シリコーン又はエポキシ等の透明樹脂とすればよく、透明無機材料の場合には、低融点ガラス等のガラス材料とすればよい。第 2 の領域 313B は、グラフェン、ダイヤモンド又は ZnO 等の第 1 の領域 313A よりも熱伝導率が高い材料とすればよい。微小レンズ 312 はガラス等からなり、蛍光体層 313 における第 1 の領域 313A に焦点が合うように形成されている。

40

#### 【0060】

図 19 は、実施形態の光学素子 310 を用いた発光装置 300 の構成及び動作方法を示している。発光装置 300 は、発光素子 340 と、発光素子 340 から出射された光を平行光とするコリメートレンズ 352 と、平行光を反射させて光学素子 310 に入射させるダイクロイックミラー 360 とを有している。

#### 【0061】

ダイクロイックミラー 360 により反射されて光学素子 310 に入射した光は、光学素子 310 の微小レンズ 312 により蛍光体層 313 の第 1 の領域 313A に集光される。第 1 の領域 313A に集光された光は蛍光体により所定の波長の光に変換され、ランバーシャン反射される。反射された光は微小レンズ 312 により平行光となり光学素子 310

50

から出射される。光学素子 310 から出射された光はダイクロイックミラー 360 を透過し、平行光として発光装置 300 から出射される。

【0062】

蛍光体層 313 において光の波長を変換する際に発生する熱は、蛍光体層 313 の第 2 の領域 310B 及び反射層 314 により効率良く光学素子 310 の周縁部に伝達され、放熱される。

【0063】

本実施形態の光学素子 310 は以下のようにして形成すればよい。まず、図 20 (a) に示すように、シリコン基板等である第 1 の基板 311 の上に、銀又はアルミニウム等からなる反射層 314 を蒸着法、スパッタ法又は CVD 法等により形成する。続いて、蛍光体層 313 の第 2 の領域 313B となるグラフェン、ダイヤモンド又は ZnO 等からなる層を形成した後、フォトリソグラフィ、エッチング及びリフトオフ等の半導体プロセス技術を用いて複数の開口部 313a を形成する。次に、図 20 (b) に示すように、第 1 の領域 313A となる蛍光体を含む樹脂を開口部 313a を埋めるようにスピンコート法等を用いて塗布する。次に、図 20 (c) に示すように、透明基板である第 2 の基板 312A を蛍光体層 313 の上に接着した後、第 2 の基板 312A の上にレジストマスク 351 を形成する。レジストマスク 351 は、第 1 の領域 313A に一致するように形成する。次に、図 20 (d) に示すようにフッ酸等を用いたウエットエッチングにより第 2 の基板 312A を選択的にエッチングして微小レンズ 312 を形成する。

【0064】

図 20 には、それぞれが独立した微小レンズ 312 を形成する例を示したが、第 2 の基板 312A の厚さ及び必要とする微小レンズ 312 の曲率等によっては、第 2 の基板 312A の一方の面に一体となった微小レンズ 312 が形成されている構成としてもよい。この場合には、微小レンズ 312 の接合部の厚さを可能な限り薄くすることが好ましい。

【0065】

なお、微小レンズ 312 をウエットエッチングにより形成する方法について説明したが、あらかじめ金型等を用いて微小レンズ 312 を形成した第 2 の基板 312A を、微小レンズ 312 と第 1 の領域 313A との位置合わせを行った上で、蛍光体層 313 と接着してもよい。

【0066】

第 1 及び第 2 の実施形態では、発光素子が半導体レーザ素子である場合について主に説明したが、指向性に優れた光源であればどのようなものを用いてもよい。例えば、スーパーミネッセントダイオード等を用いてもよい。

【0067】

なお、第 1 及び第 2 の実施形態では、第 1 の波長の光の波長を 430 nm ~ 480 nm としたが蛍光体を励起できる波長の光であればどの波長でもよい。例えば、波長 350 nm ~ 390 nm の紫外光及び波長 390 nm ~ 430 nm の近紫外光でもよい。

【0068】

また第 1 及び第 2 の実施形態では、蛍光体を YAG : Ce<sup>3+</sup> を中心に述べたがこの限りではない。例えば、波長 530 nm 付近の緑色の蛍光を第 2 の波長の光としたい場合には、ユーロピウム添加のサイアロン結晶やシリケート結晶でもよい。また Ce 添加 Ca<sub>3</sub>Sc<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub> 又は Ce 添加 Ca<sub>5</sub>Sc<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 等によっても高い変換効率で波長 520 nm 付近の緑色の第 2 の波長の光を得ることができる。また、波長 640 nm 付近の赤色の蛍光を第 2 の波長の光としたい場合にはユーロピウム添加の (Sr, Ca) AlSiN<sub>3</sub> 又は CaAlSiN<sub>3</sub> 等を用いればよい。

【0069】

なお、第 1 及び第 2 の実施形態では、蛍光体層として 1 種類の蛍光体を用いる方法についてのみ述べたがこの限りではない。例えば、蛍光体層の蛍光体を面内で変えることにより複数の波長の光を第 2 の波長の光として出射させることができる。例えば、波長 430 nm ~ 430 nm の第 1 の波長の光と、緑色及び赤色を発する蛍光体とを組み合わせる光

10

20

30

40

50

学素子を構成することにより、白色の光を発する半導体発光装置を構成することができる。また、緑色及び赤色を発する蛍光体と、例えば  $(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu$  又は  $(Sr, Ca, Ba, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu$  等の青色を発する蛍光体とを組み合わせた光学素子を構成することで、紫外光又は近紫外光等の励起光により白色の光を発する半導体発光装置を構成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0070】

本開示に係る光学素子は、波長の変換を行った場合にも指向性を有する光が得られ、エネルギー損失が小さい光源装置等に用いる光学素子等として有用である。

【符号の説明】

10

【0071】

110	光学素子
110A	光学素子
110B	光学素子
110C	光学素子
110D	光学素子
111	第1の光学部材
111A	第1の透明基板
111B	微小レンズ
112	第2の光学部材
112A	第2の透明基板
112B	微小レンズ
113	蛍光体層
113A	樹脂
113a	第1の面
113b	第2の面
113c	微小領域
114	熱伝導層
121	光
122	光
130	放熱板
140	発光素子
141	サブマウント
142	基台
150	導光素子
151	光分岐部
152	コリメートレンズ
161	マスクパターン
162	マスクパターン
173	蛍光体層
173A	第1の領域
173B	第2の領域
173a	開口部
181	第1の光学部材
181A	第1の透明基板
181B	回折格子
191	反射鏡
191A	第1の透明基板
191B	回折格子
191C	反射鏡

20

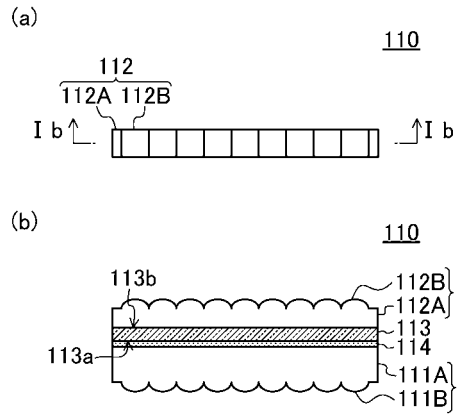
30

40

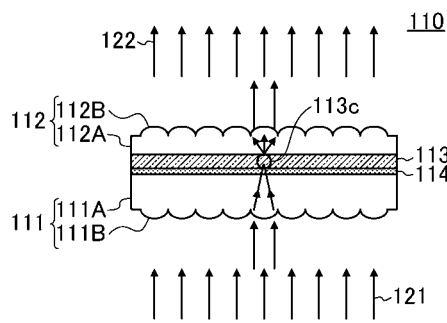
50

1 9 2	第 2 の透明基板	
1 9 3	蛍光体層	
1 9 4	熱伝導層	
2 0 0	画像表示装置	
2 1 0	光源	
2 1 2	導光板	
2 1 4	画像表示部	
2 5 0	画像表示装置	
2 5 1	発光素子	
2 5 2	コリメートレンズ	10
2 5 3	光変調素子	
2 5 4	投影レンズ	
2 5 5	投影画像	
2 6 1	発光素子	
2 6 2	コリメートレンズ	
3 0 0	発光装置	
3 1 0	光学素子	
3 1 0 A	第 1 の領域	
3 1 0 B	第 2 の領域	
3 1 1	第 1 の基板	20
3 1 2	微小レンズ	
3 1 2 A	第 2 の基板	
3 1 3	蛍光体層	
3 1 3 A	第 1 の領域	
3 1 3 B	第 2 の領域	
3 1 3 a	開口部	
3 1 4	反射層	
3 4 0	発光素子	
3 5 1	レジストマスク	
3 5 2	コリメートレンズ	30
3 6 0	ダイクロイックミラー	

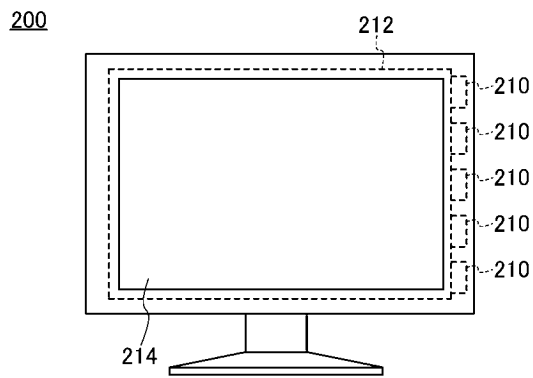
【図 1】



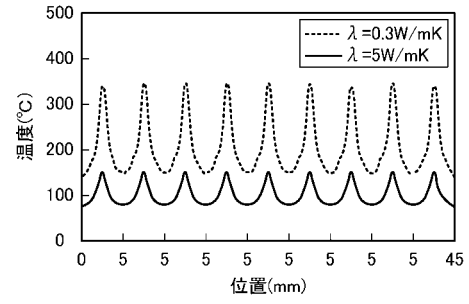
【図 2】



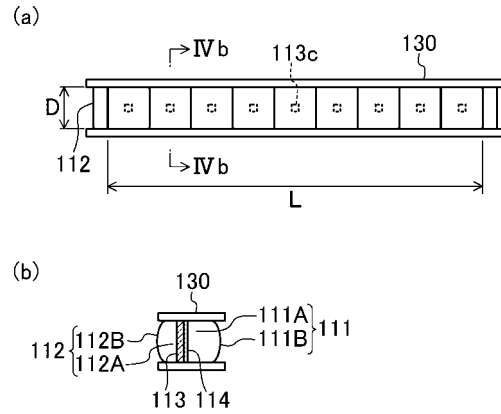
【図 5】



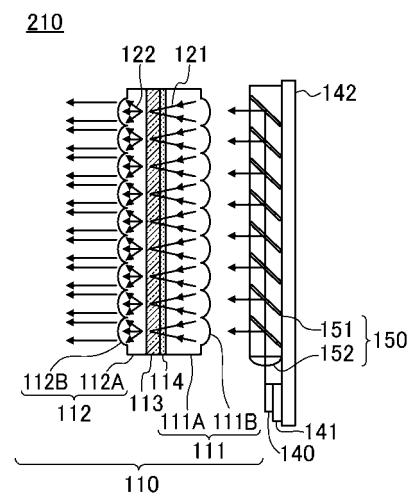
【図 3】



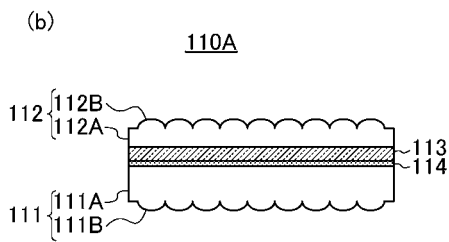
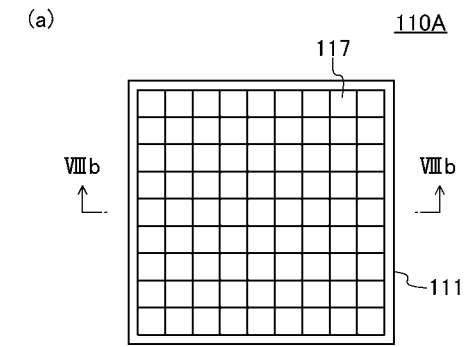
【図 4】



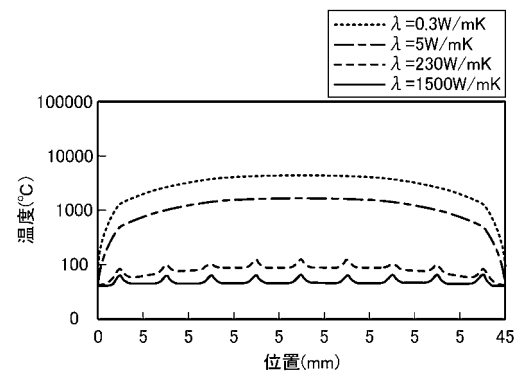
【図 6】



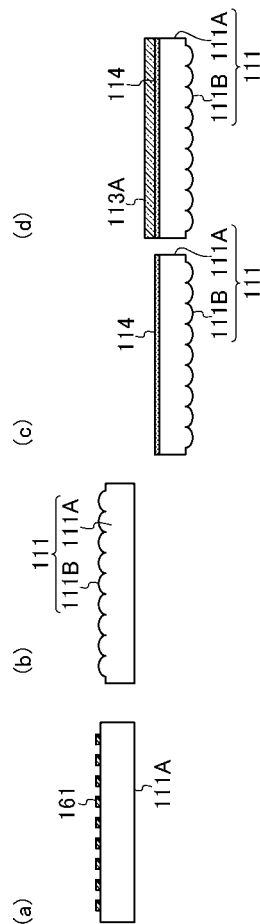
【図 8】



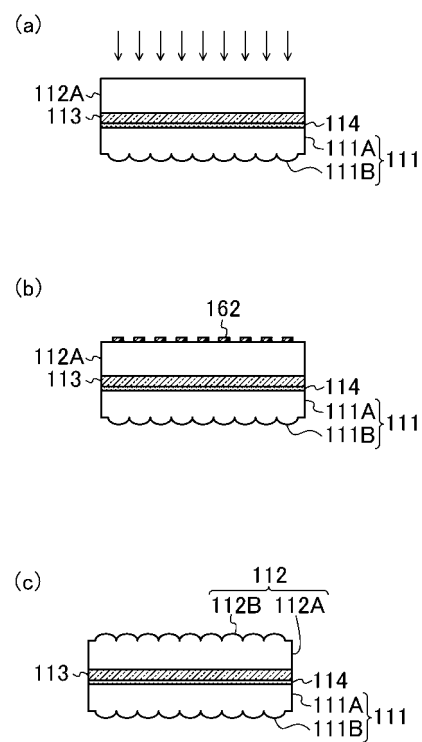
【図 10】



【図 11】

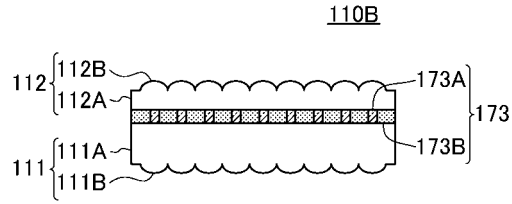


【図 12】



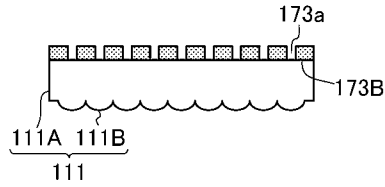


【図 1 3】

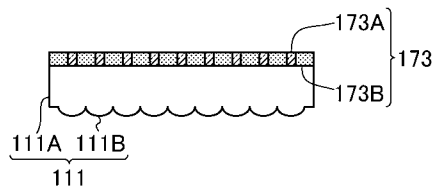


【図 1 4】

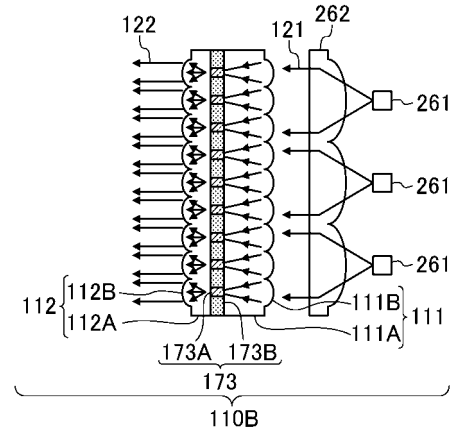
(a)



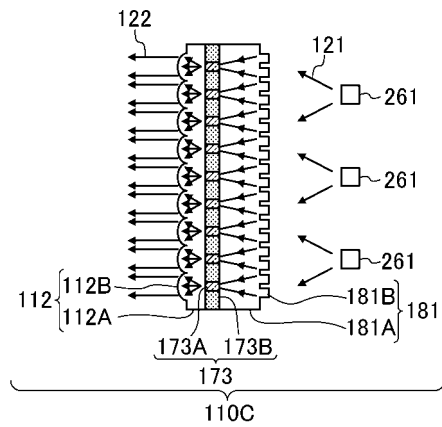
(b)



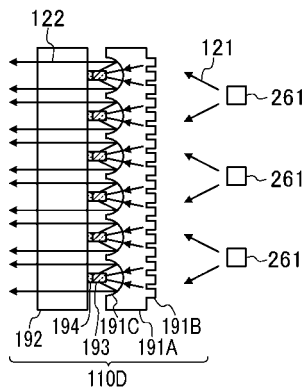
【図 1 5】



【図 1 6】

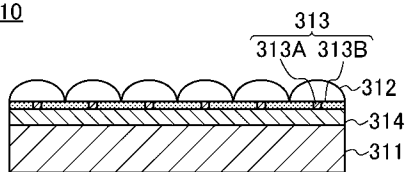


【図 1 7】

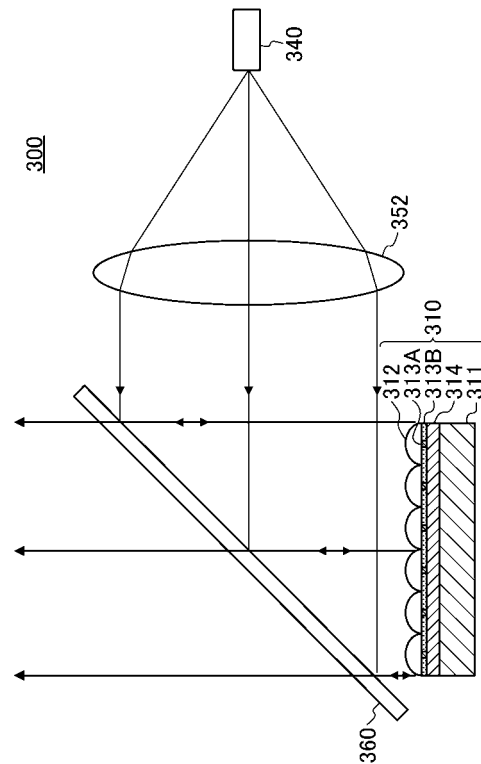


【図 1 8】

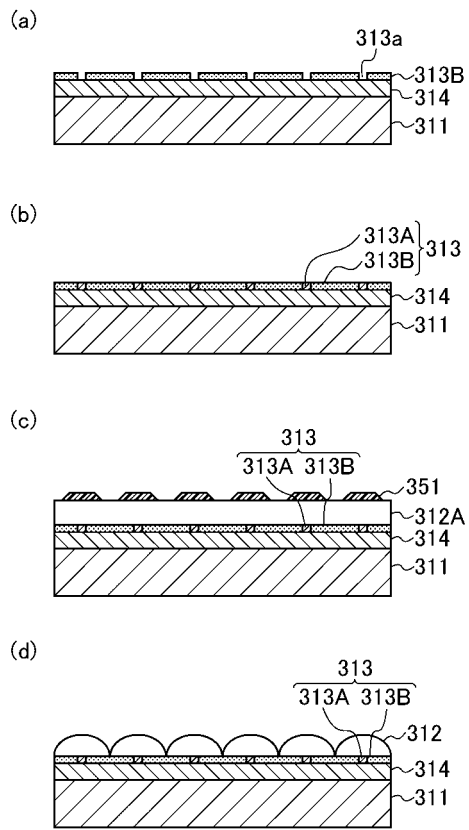
310



【図 1 9】

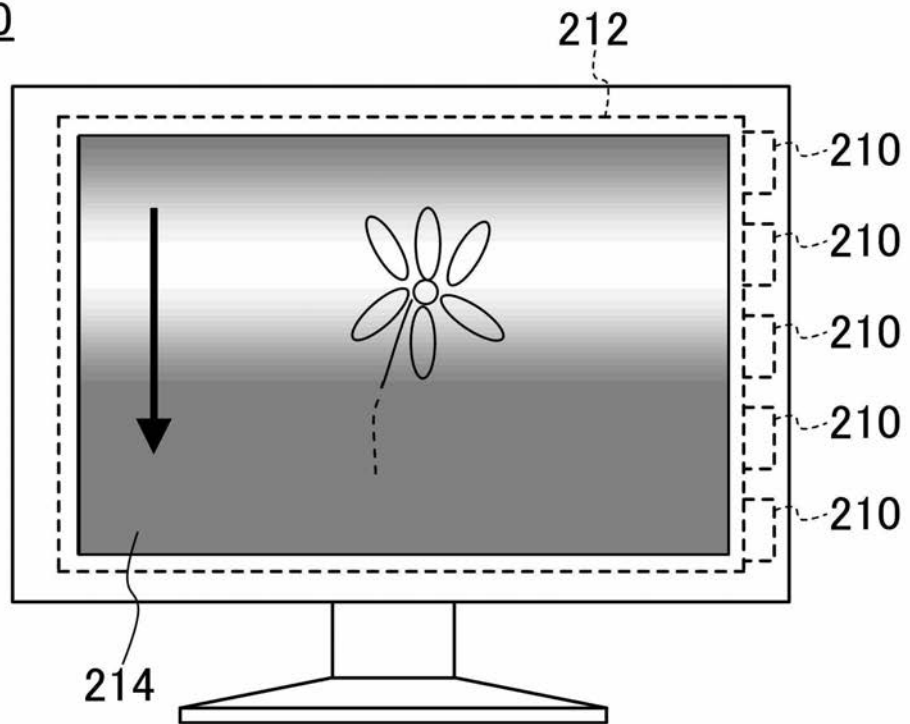


## 【図 20】

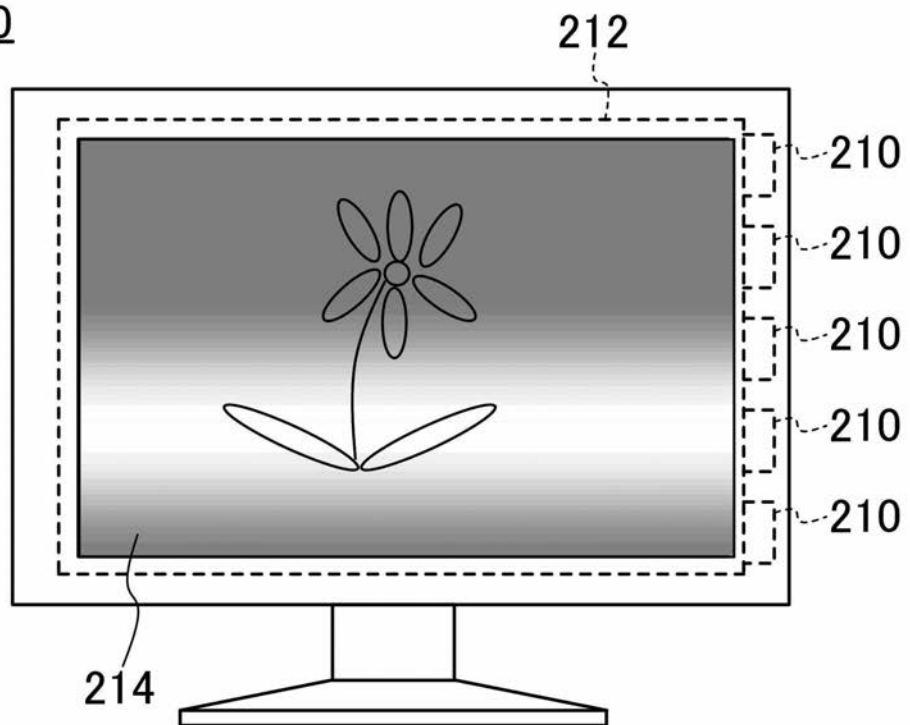


【図 7】

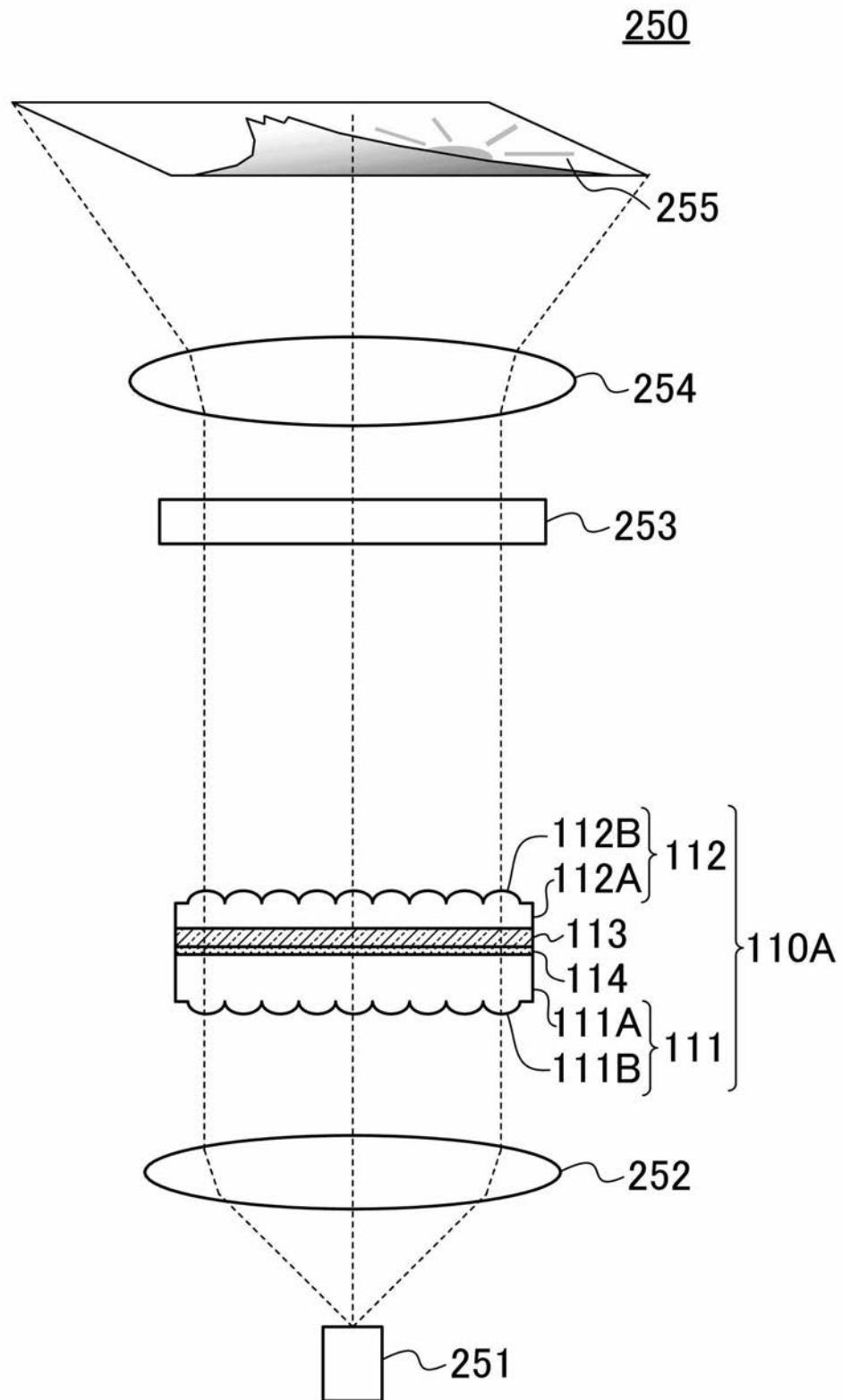
(a)

200

(b)

200

【図 9】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<b>G 0 2 B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B 3/00 A
<b>F 2 1 V</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 1 V 5/04 2 5 0
F 2 1 Y	101/02	(2006.01)	F 2 1 Y 101:02

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 4 1 2 4 6 ( J P , A )  
 特開平 1 0 - 0 9 2 0 0 2 ( J P , A )  
 国際公開第 2 0 0 8 / 1 0 5 4 2 8 ( W O , A 1 )  
 国際公開第 2 0 0 7 / 1 0 5 6 4 7 ( W O , A 1 )  
 特開 2 0 0 5 - 2 5 1 9 2 9 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 2 - 1 6 9 4 8 0 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 0 - 2 6 2 7 7 0 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 3 - 2 9 5 3 1 9 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 0 - 1 8 6 8 8 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 0 9 K	1 1 / 0 0 - 1 1 / 8 9
F 2 1 S	2 / 0 0
F 2 1 V	1 / 0 0 - 1 5 / 0 6
G 0 2 B	1 / 0 0 - 1 / 0 8 , 3 / 0 0 - 5 / 0 8 , 5 / 1 0 - 5 / 1 3 6
G 0 2 F	1 / 1 3 3 5 - 1 / 1 3 3 6 3
H 0 1 L	3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4
H 0 1 S	5 / 0 0 - 5 / 5 0